

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 07 308.6

**Anmeldetag:** 20. Februar 2003

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Einrichtung zum linearen Verfahren einer  
Nutzmasse

**IPC:** H 02 K 7/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. Juli 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

**Jerofsky**

## Beschreibung

## Einrichtung zum linearen Verfahren einer Nutzmasse

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum linearen Verfahren einer Nutzmasse längs mindestens einer von jeweils mindestens einem Antrieb drehbaren Spindel, wobei jeweils mindestens eine Spindelmutter mit der Nutzmasse gekoppelt ist.

10

Derartige Einrichtungen sind im Bereich der Werkzeugmaschinenteknik seit langem geläufig.

15

Im Falle von hochdynamischen technischen Prozessen ist jedoch davon auszugehen, dass die Beschleunigung von Nutzmassen mittels Linearachsen sehr starke Kräfte bewirkt, die jeweils in das Maschinenbett bzw. -Fundament einzuleiten sind. Dabei kann es passieren, dass sich dynamische Bewegungen einer Achse über das Maschinenbett auf eine anderen Achse übertragen, was zu Bearbeitungsungenauigkeiten, insbesondere schlechteren Werkstückoberflächen, führen kann. Ferner bei der Rotations-Translationswandlung - sei bei einer Umsetzung durch Kugelrollspindel oder auch Zahnstange/Ritzel - die hohen vom Linearelement ausgehenden Kräfte einen Steifigkeitsverlust des gesamten Systems. Ferner ist die Rotations-Translationswandlung grundsätzlich mit einem großen Steifigkeitsverlust verbunden, der durch die Nachgiebigkeiten des Maschinenbetts bzw. der Abstützung des Antriebsstrangs vergrößert wird. Dies schränkt die Maschinendynamik ein, wenn hiergegen nicht durch intensive konstruktive Maßnahmen vorgegangen wird.

30

35

Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine Einrichtung zum linearen Verfahren einer Nutzmasse längs mindestens einer Zahnstange, wobei jeweils mindestens ein von mindestens einen Antrieb drehbares Ritzel mit der Nutzmasse gekoppelt ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, solche gattungsgemäßen Einrichtungen so auszubilden, dass Störungen durch bei der Bewegungsumsetzung auftretenden Kräfte reduziert bzw. kompensiert werden.

5

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe für beide eingangs genannte Einrichtungen dadurch gelöst, dass bewegungssynchron, aber in Gegenrichtung zur Nutzmasse, eine Gegenmasse antreibbar ist, so dass der Gegenmassenimpuls den Nutzmassenimpuls kompensiert.

10

●) Eine erste vorteilhafte Ausbildung der erstgenannten Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass mittels einer Spindel mit zwei gegensinnigen Gewinden Nutz- und Gegenmasse gemeinsam verfahrbar sind, wobei die Gewindesteigung zum Antrieb der Gegenmasse geringer sein kann als die Gewindesteigung zum Antrieb der Nutzmasse. Dadurch wird der Fahrweg der Gegenmasse gering gehalten und die Gegenmasse kann mit relativ geringer Geschwindigkeit bewegt werden, was aus Gründen der einzusetzenden Leistung von Vorteil ist.

15

20

Eine Einrichtung der erstgenannten Art ist ferner vorteilhaft dadurch zu gestalten, dass Nutzmasse und Gegenmasse über eine jeweils zugeordnete Spindel-, Spindelmutter-Anordnung nebst zugeordneten Antrieben bewegbar sind, wobei die Anordnungen über mechanische Koppelglieder in Linearrichtung zueinander gehalten sind. Damit fängt diese mechanische Verkopplung die in den beiden Spindeln entstehenden Kräfte gegenseitig auf. Dazu kann entweder eine drehgelenkige Verbindung zwischen den Spindeln vorgesehen sein; es ist aber auch möglich, beide Spindeln über ein Basisgestell miteinander zu verbinden.

5

30

Eine Einrichtung der zweitgenannten Art ist mechanisch einfach dadurch zu gestalten, dass mittels eines Antriebs zwei Ritzel mit enger und weitere Verzahnung und/oder kleinerem und großem Durchmesser antreibbar sind, durch die zwei einander zugewandte Zahnstangen gegenläufig linear bewegbar sind,

35

die mit der Nutzmasse bzw. der Gegenmasse verbunden sind, wobei durch die engere Verzahnung und/oder den kleineren Durchmesser die Gegenmasse antreibbar ist.

- 5 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. Dabei zeigen:

- FIG 1 ein erste Spindelanordnung,  
10 FIG 2 eine zweite Spindelanordnung,  
FIG 3 eine erste Zahnstangenanordnung und  
FIG 4 eine zweite Zahnstangenanordnung.

In der Darstellung gemäß FIG 1 ist eine Spindel SP1 gezeigt,  
15 die über einen Antrieb A1, in diesem Fall einen Direktantrieb, in einer durch einen gebogenen Pfeil angedeuteten Drehbewegungsrichtung mit einer Geschwindigkeit  $\omega$  bewegt werden möge. Die Spindel SP1 weist einen Linksgewindeteil mit relativ hoher Steigung  $h_N$  auf, wobei dieser Gewindeteil mit  
20 einer Spindelmutter SM1 korrespondiert, die mit einer Nutzmasse NM1 verbunden ist, wie dies durch eine starke Linie angedeutet ist. Die Nutzmasse NM1 möge dabei die physikalische Masse  $m$  aufweisen. Im in der Darstellung rechten Abschnitt der Spindel SP1 ist ein Rechtsgewindeteil mit einer relativ  
25 kleinen Steigung  $h_I$  vorgesehen, der mit einer Spindelmutter SM2 korrespondiert. Diese ist mechanisch mit einer Gegenmasse GM1 verbunden, die eine physikalische Masse  $M$  aufweisen möge. Wenn sich, wie in der Zeichnung angedeutet, die Spindel SP1 mit der Geschwindigkeit  $\omega$  bewegt, führt dies demzufolge zu  
30 gegenläufigen Bewegungen, die in der Darstellung durch  $v_N$  und  $v_I$  gezeigt sind. Es gilt damit die Beziehung

$$v_N = \omega \cdot \frac{h_N}{2\pi}$$

35 sowie wegen der Gegenläufigkeit


$$v_I = -\omega \cdot \frac{h_I}{2\pi}$$

Die zur Beschleunigung notwendigen Kräfte sind für die Nutzmasse NM1 mit der physikalischen Masse m

5

$$F_N = m \cdot \frac{h_N}{2\pi} \dot{\omega}$$

bzw. für die Gegenmasse GM1 mit der physikalischen Masse M



$$F_I = -M \cdot \frac{h_I}{2\pi} \dot{\omega}$$

Sofern beide Kräfte betragsmäßig gleich groß sind, erfolgt eine vollständige Kompensation, was dann der Fall ist, wenn das jeweilige Produkt aus Masse und Spindelsteigung gleich


15

ist. Dann gilt:

$$M \cdot h_I = m \cdot h_N$$

Aus zweierlei Gründen ist es vorteilhaft, die Gegenmasse GM1 bzw. die zugehörige physikalische Masse M möglichst groß und die zugehörige Steigung  $h_I$  möglichst klein zu halten.

20



Zum einen werden dadurch die Wege zum Verfahren dieses Zusatzelements ebenfalls klein gehalten, was den erforderlichen Bauraum günstig beeinflusst, zum anderen ist es ein Fakt, dass bei einer Massenverdopplung und gleicher anzustrebender Geschwindigkeit die doppelte Arbeit in einem System inhärent ist und bei einer Geschwindigkeitsverdopplung und gleicher Masse eine vielfache Arbeit aufzuwenden ist. Eine größere Masse für die Gegenmasse ist daher auch aus energetischen Gründen vorteilhaft.

25

30

In der Darstellung gemäß FIG 2 ist gezeigt, das es prinzipiell auch möglich ist, mit zwei Spindeln gleicher Steigung zu arbeiten. In diesem Fall sind zwei Spindel SP2 und SP3 ge-

35

zeigt, von denen die Spindel SP2 durch einen Antrieb A2 angetrieben wird, um eine Nutzmasse NM2 unter Zuhilfenahme einer Spindelmutter SM3 zu bewegen. Durch geschweifte Pfeile und gerade Pfeile ist dabei wiederum die jeweilige Bewegungsrichtung der beteiligten Systeme angedeutet. Die Spindel SP2 ist über eine Kupplung, beispielsweise ein Drehgelenk, so mit der Spindel SP3 verbunden, dass Spindel SP2 und Spindel SP3 miteinander fluchten. Die Axialkräfte beider Spindeln SP2 und SP3 werden damit auf kurzem Weg kompensiert.

Die Spindel SP3 weist - wie oben bemerkt - eine gleiche Steigung, aber auch gleichen Gewindesinn wie die Spindel SP2 auf. Auf der Spindel SP3 sitzt eine Spindelmutter SM4 auf, die mit einer Gegenmasse GM2 verbunden ist. Diese kann ebenfalls, wie im Ausführungsbeispiel gemäß FIG 1, deutlich größer sein als die Nutzmasse NM2. Die gewünschte langsamere Linearbewegung in Gegenrichtung zur Linearbewegung der Nutzmasse NM2 kann nun leicht dadurch erzeugt werden, dass der mit der Spindel SP3 verbundene Antrieb A3 gegenläufig zum Antrieb A2 dreht, wobei die Geschwindigkeit der Drehbewegung entsprechend dem gewünschten Ausgleich variiert werden kann.

Bei einem derartigen System ist es daher sehr leicht möglich, bei veränderter Nutzmasse die Kompensation nur durch eine Variation der Drehgeschwindigkeit des Antriebs A3 zu erzeugen, ohne dass die Gegenmasse GM3 verändert werden muss.

Selbstverständlich ist es prinzipiell auch möglich, die beiden Spindeln SP2 und SP3 nicht über eine Kupplung miteinander zu verbinden, sondern die Kräfte über Gestelle oder ähnliche Komponenten zwischen den beiden Antriebssystem aufzufangen.

In der Darstellung gemäß FIG 3 ist gezeigt, dass das erfindungsgemäße Prinzip nicht nur für ein Spindel- und Spindelmuttersystem, wobei darunter selbstverständlich auch Kugelrollspindeln aufzufassen sind, angewendet werden kann, sondern durchaus auch dann zur Anwendung kommen kann, wenn ein

Zahnstangen/Ritzelsystem vorliegt. Dabei möge angenommen sein, dass eine Nutzmasse NM3 durch einen drehenden Antrieb A4 linear bewegt wird, wobei auch in diesem Fall die jeweiligen Bewegungsrichtungen durch Pfeile angedeutet sind, indem  
5 ein Ritzel R1 mit einer stationären Zahnstange ZS1 in Eingriff befindlich ist. Damit von der Zahnstange ZS in die Maschine keinen unnötigen Kräfte eingeleitet werden, wird in diesem Fall eine Gegenmasse GM3 gegensinnig auf der Zahnstange ZS1 bewegt, indem ein Antrieb A5 die Gegenmasse GM3 mit  
10 Hilfe eines Ritzels R2 gegenläufig auf der Zahnstange ZS1 bewegt. Die oben angenommenen physikalischen Bewegungsgleichungen gelten in entsprechender Weise.

An Stelle einer Zahnstange können selbstverständlich auch  
15 mindestens zwei mechanisch vorhandene Zahnstangen treten.

In diesem Zusammenhang kann auch noch auf ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß FIG 4 verwiesen werden. Dabei werden von einem Antrieb A6 über zwei gemeinsam angetriebene Ritzel  
20 R3 und R4 zwei Zahnstangen ZS2 und ZS3 bewegt. Dabei liegt das Ritzel R2 vom Betrachter aus gesehen oberhalb der Zahnstange ZS2 und das Ritzel R3 unterhalb der Zahnstange ZS3. Wesentlich für diese Anordnung ist es, dass die Verzahnung des Ritzels R3 und der Zahnstange ZS2 weiter ist als die Verzahnung des Ritzels R4 und der Zahnstange ZS3. Damit wird eine mit der Zahnstange ZS3 verbundene Gegenmasse GM4 nämlich  
25 gegenläufig mit reduzierter Geschwindigkeit zu einer mit der Zahnstange ZS2 verbundenen Nutzmasse NM4 bewegt.

30 An die Stelle einer unterschiedlich weiten Verzahnung könnten auch unterschiedliche Ritzeldurchmesser treten. Wesentlich ist auf jedem Fall nur ein unterschiedliches Übersetzungsverhältnis der Dreh- in die gegenläufigen Linearbewegungen.

## Patentansprüche

1. Einrichtung zum linearen Verfahren einer Nutzmasse längs  
mindestens einer von jeweils mindestens einem Antrieb drehba-  
5 ren Spindel, wobei jeweils mindestens eine Spindelmutter mit  
der Nutzmasse gekoppelt ist, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , dass das bewegungssynchron, aber in Ge-  
genrichtung zur Nutzmasse (NM1,NM2) eine Gegenmasse (GM1,GM2)  
antreibbar ist, so dass der Gegenmassenimpuls den Nutzmassen-  
10 impuls kompensiert.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , dass mittels einer Spindel (SP1) mit zwei  
gegensinnigen Gewinden Nutz- (NM1) und Gegenmasse (GM1) ge-  
15 meinsam verfahrbar sind, wobei die Gewindesteigung ( $h_T$ ) zum  
Antrieb der Gegenmasse (GM1) geringer ist als die Gewinde-  
steigung ( $h_N$ ) der Nutzmasse (NM1).

3. Einrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -  
20 z e i c h n e t , dass Nutzmasse (NM2) und Gegenmasse (GM2)  
über eine jeweils zugeordnete Spindel-/Spindelmutteranordnung  
(SP2,SM3 bzw. SP3,SM4) mit zugeordneten Antrieben (A2,A3) be-  
wegbar sind, wobei die Anordnungen über mechanische Koppel-  
glieder (K) in Linearrichtung zueinander gehalten sind.

4. Einrichtung zum linearen Verfahren einer Nutzmasse längs  
mindestens einer Zahnstange, wobei jeweils mindestens ein von  
mindestens einem Antrieb drehbares Ritzel mit der Nutzmasse  
gekoppelt ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
30 dass bewegungssynchron, aber in Gegenrichtung zur Nutzmasse  
(NM3,NM4) eine Gegenmasse (GM3,GM4) antreibbar ist, so dass  
der Gegenmassenimpuls den Nutzmassenimpuls kompensiert.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n -  
35 z e i c h n e t , dass mittels eines Antriebs (A6) zwei  
Ritzel (R3,R4) mit enger und weiter Verzahnung und/oder klei-  
nem und großem Durchmesser antreibbar sind, durch die zwei



einander zugewandte Zahnstangen (ZS3,ZS4) gegenläufig linear bewegbar sind, die mit der Nutzmasse (NM4) bzw. der Gegenmasse (GM4) verbunden sind, wobei durch die engere Verzahnung und/oder den kleineren Durchmesser die Gegenmasse (GM4)

5 antreibbar ist.

## Zusammenfassung

### Einrichtung zum linearen Verfahren einer Nutzmasse

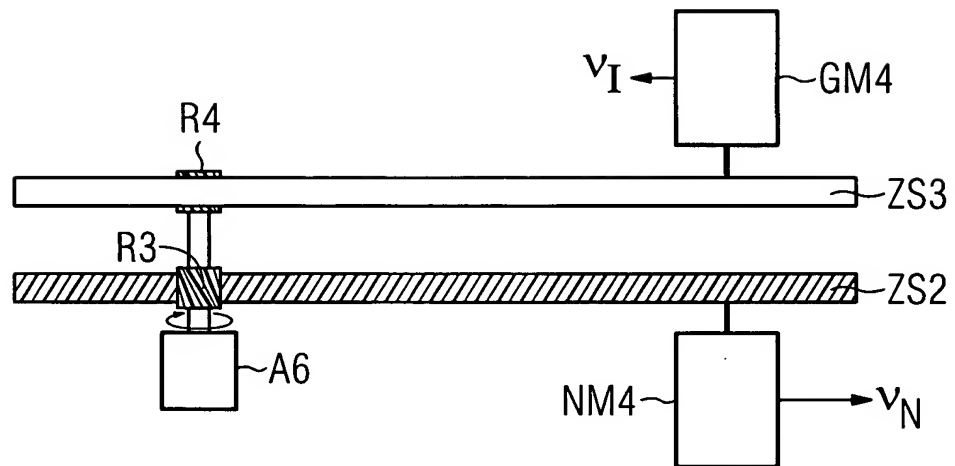
- 5 Beim linearen Verfahren von Nutzmassen (NM1,NM2,NM3,NM4) werden von einer Spindel (SP1,SP2) oder Zahnstange (ZS1,ZS2,ZS3) relativ große Kräfte in die zugehörige Maschine eingeleitet. Durch gegenläufig bewegte Impulsmassen (GM1,GM2,GM3,GM4) erfolgt eine Kompensation dieser Kräfte.

10

FIG 1



FIG 4





Creation date: 02-26-2004  
Indexing Officer: ATESFAYE1 - ASTER TESFAYE  
Team: OIPEBackFileIndexing  
Dossier: 10783966

Legal Date: 02-20-2004

No.	Doccode	Number of pages
1	TRNA	2
2	SPEC	28
3	CLM	8
4	ABST	1
5	DRW	14
6	OATH	2
7	IDS	4

Total number of pages: 59

Remarks:

Order of re-scan issued on .....